

**PLC-TF1**

**EP 1 075 091 A1**

**Method, circuit and system for operation of a network for data transmission in a low voltage power distribution network**

In order to operate low-voltage power distribution networks for data transmission a suitable signal conditioning is necessary. The invention uses impedances in the cross branches exclusively for setting up a conditioning circuit. In this way the impedances can be adapted to the immediate requirements during on-going operation. Using associated circuitry a terminating impedance (10) at the end of a line (1) or a conditioning impedance (30) between two lines (1, 2) is created, which can be installed in separate housings or in the existing switchgear panels.

**PLC-TF 1: TB 4: TG 4: Document P4**

**EP 1 075 091 A1 (DE 199 34 334 A1)**

**Priority Date: 11.12.2000**

**Method, circuit and system for operation of a network for data transmission in a low voltage power distribution network**

**Independent Claim:** (Translated from the German in EP 1 075 091 A1)

Method for the operation of low voltage networks, conceived as power distribution networks, for data transmission, to which purpose a conditioning of the network is foreseen,

characterised in that

only impedances in the cross leg are used for conditioning.

Circuit for the implementation of the method provided.

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)

EP 1 075 091 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
07.02.2001 Patentblatt 2001/06

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: H04B 3/56

(21) Anmeldenummer: 00115738.7

(22) Anmeldetag: 21.07.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 22.07.1999 DE 19934334

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)

(72) Erfinder:  
, Griepentrog, Gerd, Dr.  
91058 Erlangen (DE)  
, Maier, Reinhard, Dr.  
91074 Herzogenaurach (DE)  
, Meusling, Askold, Dr.  
86307 Holzkirchen (DE)  
, Schmidt, Richard, Dipl.-Ing.  
91083 Baiersdorf (DE)

(54) Verfahren zum Betreiben von zur Energieverteilung vorgesehenen Niederspannungsnetzen zur Datenübertragung, zugehörige Schaltung und Anordnung mit einer solchen Schaltung

(57) Um Niederspannungsverteilungsnetze für die Datenübertragung zu verwenden, ist eine geeignete Konditionierung notwendig. Erfindungsgemäß werden zum Aufbau eine Konditionier-Schaltung ausschließlich Impedanzen im Querweig der Leiter verwendet. Es kann so eine Adaption der Impedanzen an die jeweiligen Bedürfnisse im laufenden Betrieb erfolgen. Mit zugehörigen Schaltungen wird eine Abschlussimpedanz (10) am Ende einer Leitung (1) oder eine Anpassimpedanz (30) zwischen zwei Leitungen (1, 2) realisiert, die in eigenen Gehäusen oder aber auch in den Gehäusen von vorhandenen Schutzschaltern angeordnet sein können.

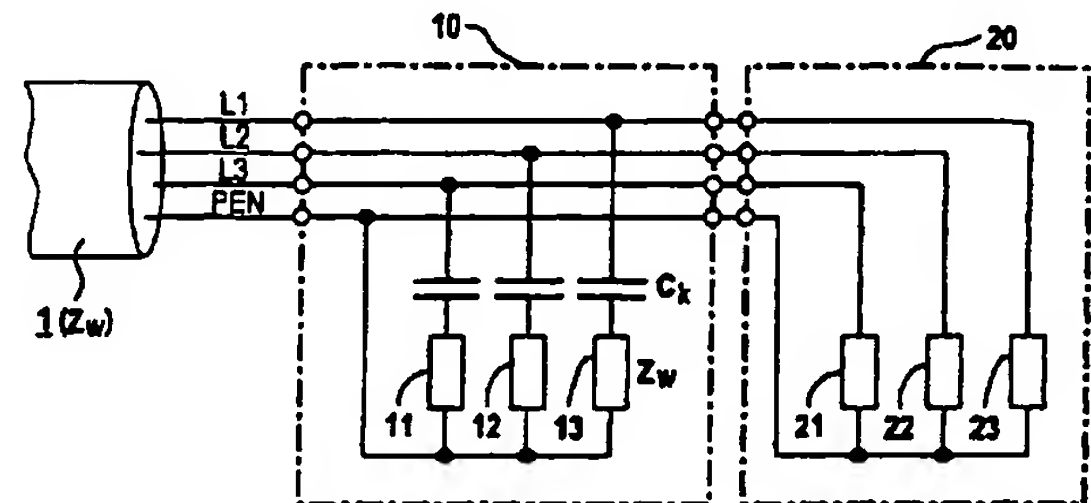


FIG 1

EP 1 075 091 A1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben von als Energieverteilnetz vorgesehenen Niederspannungsnetzen zur Datenübertragung, wobei eine Konditionierung des Netzes erfolgt. Daneben bezieht sich die Erfindung auch auf die zugehörige Schaltung zur Ausführung des Verfahrens und auf eine diesbezügliche Anordnung mit einer solchen Schaltung.

[0002] Die Übertragung von Daten auf Energieleitungen, die in der Fachwelt als PLC (Power Line Communication) bezeichnet wird, gewinnt in der technischen Diskussion zunehmend an Bedeutung. Allerdings sind insbesondere die in der Praxis vorhandenen Niederspannungsnetze nicht zur Übertragung von Daten, sondern vielmehr für die Übertragung von Energie in Form niederfrequenter Ströme und Spannungen, d.h. im Bereich von 50 bzw. 60 Hz, ausgelegt. Um praktisch relevante Übertragungsdaten erzielen zu können, sind hingegen höhere Frequenzen, vorzugsweise im Bereich von einigen kHz bis in den MHz-Bereich, notwendig.

[0003] Letztere hochfrequenten Signale lassen sich in den vorhandenen Energieverteilungsnetzen nur sehr eingeschränkt übertragen: Einerseits ist der elektrische Widerstand des Niederspannungsnetzes für die hochfrequenten Signale höher und andererseits behindern speziell Reflexions- und Brechungserscheinungen der hochfrequenten Signale an Verbindungs- und Abzweigstellen sowie an den offenen Enden der Leitungen die Signalausbreitung. Daneben werden diese Signale durch am Niederspannungsnetz angeschlossene Verbraucher gestört.

[0004] Um eine industrielle Datenübertragung auf Energieverteilnetzen zu ermöglichen sind verschiedene Strategien möglich, die sich unter Umständen ergänzen können: Grundsätzlich müssen störsichere Übertragungs- bzw. Modulationsverfahren angewendet werden. Weiterhin muss die Sendeleistung erhöht werden. Schließlich müssen die Signalübertragungseigenschaften des Energienetz verbessert werden, was unter dem Begriff der sogenannten Konditionierung zusammengefasst wird.

[0005] In den Zeitschriften-Veröffentlichungen *„Daten über Stromnetze“* aus *Funkschau* (1998) 12, Seiten 22 bis 27 und *„Daten im Strom“* aus *c't* (1998), Heft 11, Seiten 174 bis 180 werden bereits eine Reihe von allgemeinen Hinweisen für eine industrielle Nutzung der PLC, mit denen Niederspannungsnetze für die Übertragung von Daten ertüchtigt bzw. konditioniert werden können, gegeben. Konkrete schaltungstechnische Realisierungsvorschläge sind dort allerdings nicht angegeben.

[0006] Stand der Technik ist, dass Leitungen, die ausschließlich zur Übertragung von Daten vorgesehen und geeignet sind, bestimmten Anforderungen wie Verzerrungsfreiheit, Verhinderung von Reflexionen an den Leitungsenden, beispielsweise durch Abschlusswiderstände od. dgl., genügen müssen. Daneben ist es vom Stand der Technik auch bekannt, Netzabschnitte des Energieverteilnetzes, die zur Übertragung von Daten vorgesehen sind, durch Filterschaltungen gegen Störungen aus anderen Netzabschnitten zu schützen sowie das Abfließen der Signalleistung des Trägersignals zu verhindern. Solche Filterkreise enthalten Impedanzen, vorzugsweise Induktivitäten, in Längsrichtung, welche in Verbindung mit dem betriebsmäßigen netzfrequenten Strom zu hohen Verlusten führen.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, geeignete Maßnahmen zur Konditionierung anzugeben, die nicht zur Erhöhung der Verlustleistung im Energieverteilnetz führen.

[0008] Die Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zur Konditionierung des Energieverteilnetzes ausschließlich Impedanzen im Quersweig verwendet werden. Vorteilhafterweise können solche Impedanzen gewählt werden, bei denen eine Anpassung an die jeweiligen Bedürfnisse möglich ist, wodurch die Impedanzen im Quersweig des Netzes vorteilhafterweise bei laufendem Betrieb adaptiert werden können.

[0009] Mit der Erfindung wird gewährleistet, dass die Verlustleistung im Energieverteilnetz nicht erhöht wird, da die Konditioniermaßnahmen immer quer zu den Leitern in Form sogenannter Konditionierschaltungen angebracht werden. Vorzugsweise sind bei solchen Schaltungen drei Abschlusswiderstände durch Koppelkapazitäten zwischen den Außenleitern des Niederspannungsnetzes und dem Neutralleiter vorhanden.

[0010] Bei der Erfindung kann es aus Kostengründen vorteilhaft sein, wenn die Konditionierschaltungen ausschließlich mit passiven Bauelementen ausgeführt sind. Für die praktische Anwendung einer Konditionier-Schaltung ist es sinnvoll, diese jeweils in einem eigenen Gehäuse anzuordnen. Solche Gehäuse können beispielsweise auf einer Hutschiene angebracht sein und somit leicht in Schaltschränke eingebaut werden. Es sind auch andere Einheiten mit solchen Schaltungen kombinierbar und adaptierbar.

[0011] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung in Verbindung mit weiteren Patentansprüchen. Es zeigen

Figur 1 die schaltungsmäßige Gestaltung einer Abschlussimpedanz zur Verwendung bei PLC und

Figur 2 die schaltungsmäßige Gestaltung einer Anpass-Impedanz zur Kopplung von Niederspannungsleitungen mit unterschiedlichem Wellenwiderstand.

[0012] Gleiche bzw. gleichwirkende Einheiten haben in den Figuren gleiche Bezugszeichen.

[0013] In Figur 1 ist mit 1 eine dreiphasige Leitung mit Wellenwiderstand  $Z_w$  bezeichnet. Die Leitung 1 besteht aus einzelnen Phasenleitern L1, L2, L3 und einem Neutralleiter PEN.

[0014] An die Leitung 1 mit Wellenwiderstand  $Z_w$  soll eine dreiphasige Last im Niederspannungsnetz angeschlossen werden, die pauschal mit 20 mit Widerständen 21, 22, 23 bezeichnet ist. Dazu ist eine Konditionierschaltung vorgesehen, die als Einheit 10 mit einer Abschlussimpedanz gestaltet ist.

[0015] Zur Realisierung der Abschlussimpedanz in Figur 1 sind zwischen den Außenleitern L1, L2 und L3 und dem Neutralleiter PEN über Koppelkapazitäten  $C_K$  drei Abschlusswiderstände 11, 12, 13 angeschlossen. Die

## EP 1 075 091 A1

Abschlusswiderstände 11, 12, 13 müssen dabei nicht notwendigerweise rein ohm'sche Widerstände sein, sondern können vielmehr jeweils eine komplexe Impedanz  $Z_W$  darstellen; die dem Wellenwiderstand der Zuleitung 1 entspricht. Die Koppelkapazitäten  $C_K$  betragen vorzugsweise höchstens einige 100 nFd, so dass die netzfrequente Spannung wirksam von den Abschlusswiderständen 11, 12, 13 ferngehalten wird, dagegen die trägerfrequente Spannung des Signals weitestgehend ungehindert passieren kann.

[0016] Eine andere Anwendung von Konditioniermaßnahmen und insofern eine andere Anpassschaltung wird notwendig, wenn Leitungen, Kabel, Schienensysteme oder dgl. mit jeweils unterschiedlichen Wellenwiderständen zu koppeln sind. Ohne zusätzliche Maßnahmen kommt es an solchen Koppelpunkten zu Reflexionen des Datensignals. Letzteres kann durch eine Anpass-Impedanz gemäß Figur 2 weitgehend reduziert werden kann.

[0017] In Figur 2 ist eine erste Leitung mit Wellenwiderstand  $Z_{W1}$  wiederum mit 1 bezeichnet, die aus den Phasenleitern L1, L2, L3 und dem Neutralleiter PEN besteht. Eine zweite Leitung mit Phasenleitern L1, L2, L3 und Neutralleiter PEN ist hier mit 2 bezeichnet und hat den Wellenwiderstand  $Z_{W2}$ . In diesem Fall ist eine Einheit 30 mit einer Anpass-Impedanz vorhanden.

[0018] Zur Realisierung der Anpass-Impedanz sind in Figur 2 an den einzelnen Außenleitern und dem Neutralleiter über Koppelkapazitäten  $C_K$  Anpasswiderstände 31 bis 34 angeschlossen und rückseitig kurzgeschlossen. Auch in diesem Fall betragen die Koppelkapazitäten einige 100 nFd. Der Betrag der Anpassimpedanzen  $Z_a$  wird vorzugsweise zwischen denen der Wellenwiderstände  $Z_{W1}$  und  $Z_{W2}$  der zu verbindenden Leitungen 1 und 2 liegen.

[0019] In Energieverteilnetzen ist mit zeitlich veränderlichen Parametern der Netzimpedanzen, mit wechselnden Lastfällen und mit Störeinflüssen zu rechnen. Um diesen Änderungen zu begegnen, können die Parameter der Konditionier-Schaltungen an die jeweiligen Verhältnisse des Energieverteilnetzes angepasst werden. Dies kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass man die über das Energieverteilnetz übertragenen Datensignale, die in der Konditionier-Schaltung empfangen werden, speziell hinsichtlich der spektralen Leistungsdichte auswertet. Auf der Grundlage einer solchen Auswertung kann dann eine Adaption der Schaltung insoweit erfolgen, dass die Impedanzen an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden. Dabei ist eine Adaption bei laufendem Betrieb möglich.

[0020] Die anhand der Figuren 1 und 2 beschriebenen Schaltungen können für die praktische Anwendung der Konditionierung von Energieverteilnetzen in einem separaten Gehäuse angeordnet sein, welches beispielsweise mit anderen Schalteinheiten auf eine fahrende Hutschiene aufreihbar ist und so leicht in Schaltschränke eingebaut werden kann. Es ist auch möglich, die Schaltungen als gerätetechnische Einheit mit vorhandenen Schaltgeräten, wie Leitungsschutzschaltern, Fehlerstrom-Schutzschalter oder dgl. zu kombinieren. Schließlich ist es möglich, die Schaltung in einem Steckergehäuse oder in Form eines Steckdosen-Adapters als Zwischenstecker vorzusehen. Solche Stecker können beispielsweise am Hausanschlusskasten angeordnet sein.

[0021] Wesentlich ist beim vorbeschriebenen Konditionierverfahren und den zugehörigen Schaltungen, dass die Methodik der Nachrichtentechnik speziell auf Energieverteilnetze angewandt wird, um deren Eigenschaften zur Übertragung von Daten zu verbessern.

[0022] Die mit der Erfindung realisierte dynamische Anpassung der Konditionierungsschaltung durch das Regeln der Impedanz ist besonders vorteilhaft, wenn sie durch die Auswertung des Übertragungsverhaltens der Leitung in einer abgeschlossenen Kommunikationseinheit erfolgt.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben von als Energieverteilnetz vorgesehenen Niederspannungsnetzen zur Datenübertragung, wozu eine Konditionierung des Netzes vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Konditionierung ausschließlich Impedanzen im Querzweig verwendet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Impedanzen bei laufendem Betrieb an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst werden.
3. Schaltung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder des Verfahrens nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Realisierung einer Abschlussimpedanz (10) drei Abschlusswiderstände (11 bis 13), deren Impedanz ( $Z_W$ ) dem Wellenwiderstand der Zuleitung entspricht, über Koppelkapazitäten ( $C_K$ ) zwischen den Außenleitern (L1, L2, L3) und dem Neutralleiter (PEN) angeschlossen sind.
4. Schaltung zur Ausführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder des Verfahrens nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Realisierung einer Anpass-Impedanz (30) vier Abschlusswiderstände (21 bis 24) über Koppelkapazitäten ( $C_K$ ) an die Außenleiter (L1, L2, L3) und den Neutralleiter (PEN) angeschlossen und rückseitig kurzgeschlossen sind.
5. Schaltung nach Anspruch 3 oder Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschlusswiderstände (11 bis 13, 21 bis 24) eine komplexe Impedanz ( $Z_W$ ,  $Z_a$ ) haben.
6. Schaltung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass Mittel zur Adaption des Abschlusswiderstandes (10) und/oder des Anpasswiderstandes (30) vorhanden sind.
7. Schaltung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel zur Adaption von über das Energieverteilnetz übertragenen Datensignalen abgeleitet werden.

## EP 1 075 091 A1

8. Schaltung nach Anspruch 6 oder Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die Mittel zur Adaption die spektrale Leistungsdichte der übertragenen Datensignale ausgewertet wird.
- 5 9. Anordnung zur Aufnahme einer Schaltung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, mit der ein Verfahren gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2 ausgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Konditionier-Schaltung (10, 20) in einem eigenen Gehäuse angeordnet ist.
10. Anordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse auf in Schaltschränken vorhandenen Hutschienen aufreihbar ist.
- 10 11. Anordnung zur Aufnahme einer Schaltung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Konditionier-Schaltung (10, 20) in das Gehäuse eines vorhandenen Schalters eingebaut ist.
12. Anordnung zur Aufnahme einer Schaltung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Konditionier-Schaltung in einem separaten Steckergehäuse angeordnet ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

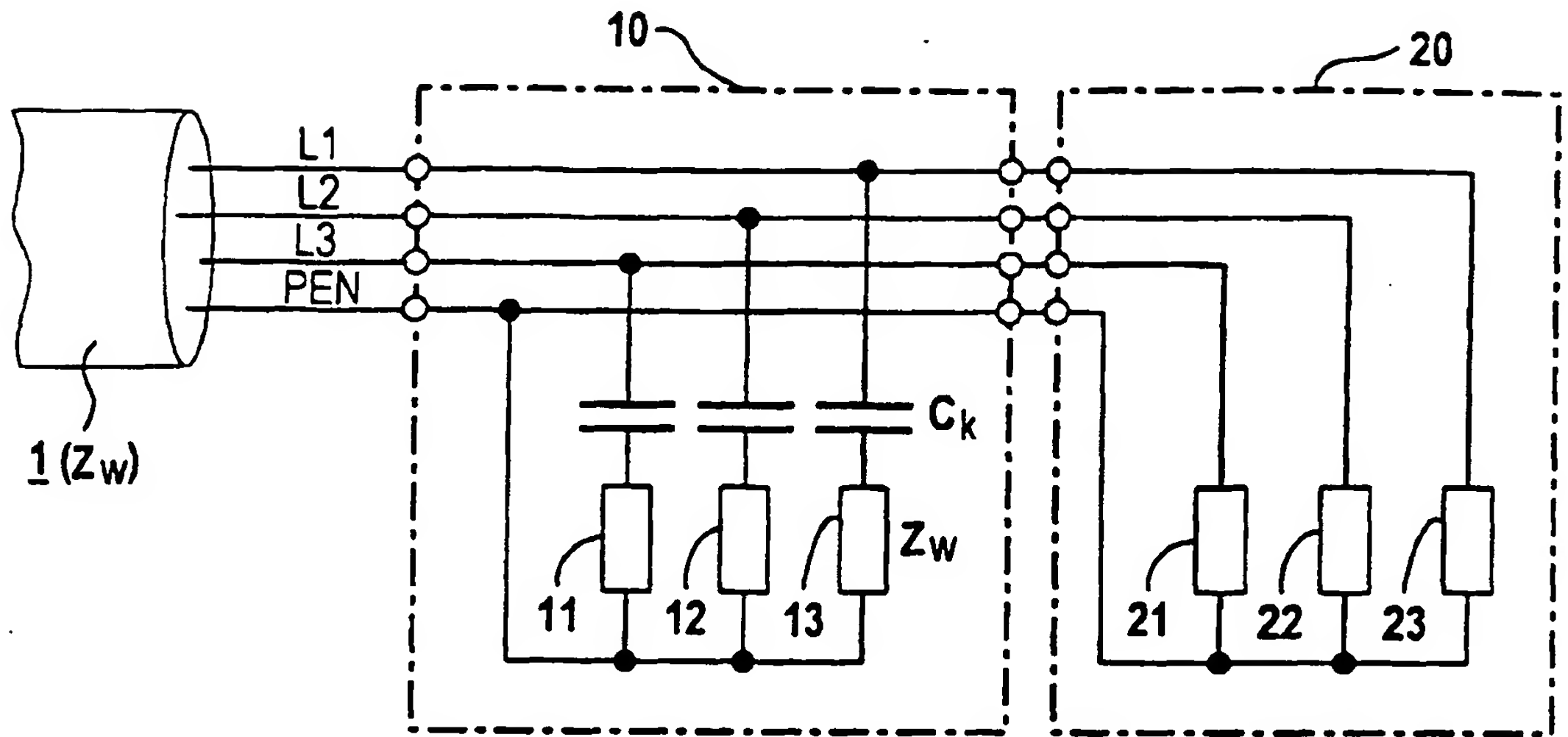


FIG 1

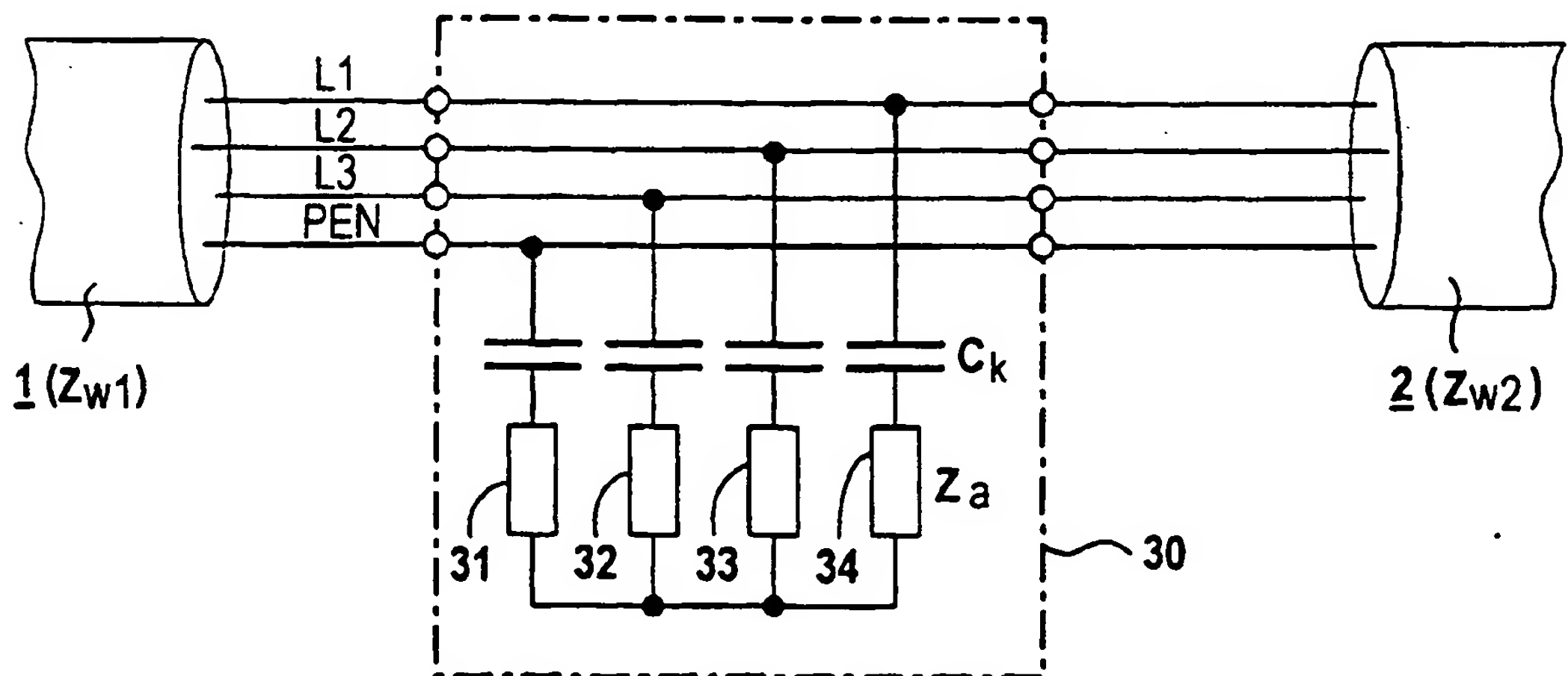


FIG 2





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	WO 98 28858 A (STONE GEOFFREY ORMISTON ; UNITED ENERGY LTD (AU)) 2. Juli 1998 (1998-07-02) * Seite 4, Zeile 13 - Zeile 21 * * Seite 5, Zeile 5 - Zeile 28 * * Seite 6, Zeile 21 - Zeile 27 *	1-12	H04B3/56
X	US 5 717 685 A (ABRAHAM CHARLES) 10. Februar 1998 (1998-02-10) * Spalte 3, Zeile 38 - Spalte 4, Zeile 34 * * Spalte 15, Zeile 1 - Zeile 13; Abbildung 14 *	1-12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			H04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>14. Dezember 2000</b>	Prüfer <b>De Iulis, M</b>
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übernehmendes Dokument			



**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 11 5738

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Daten des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-12-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9828858	A	02-07-1998	AU	7876398 A	17-07-1998
			EP	0951757 A	27-10-1999
US 5717685	A	10-02-1998	US	6104707 A	15-08-2000
			US	5592482 A	07-01-1997
			US	6014386 A	11-01-2000
			US	5559377 A	24-09-1996
			US	5625863 A	29-04-1997
			US	5818127 A	06-10-1998
			AT	130986 T	15-12-1995
			AU	5644690 A	29-11-1990
			CA	2015637 A	28-10-1990
			DE	69023904 D	11-01-1996
			EP	0470185 A	12-02-1992
			ES	2082856 T	01-04-1996
			WO	9013950 A	15-11-1990

EPO FORM P0491